

## Nehézfémek előfordulása a talajban

Simon Edina  
2012. Október 4.

## Talajszennyezés I.

**Definíciója I.:** a talajba közvetlenül, vagy levegővel/vízzel közvetítve a talaj termőképességét csökkentő idegen anyagok bejutása → ezek, illetve az ezekből keletkezett átalakult anyagok mennyisége meghaladja a talaj elbontó képességét.

- közvetlen szennyezés → antropogén eredetű + lokális
- levegővel/vízzel → regionális vagy globális
- litoszféra-szennyezés (mélyebb)
- humuszréteg alatti szennyezés (oldalirányú mozgás esetén)

**Definíciója II.:** emberi tevékenységhez köthető folyamat, melynek során a talaj természetes viszonyok között kialakult fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai jelentős mértékben és kedvezőtlen irányban változnak meg. A talajszennyeződéssel az ökológiai talajfunkciók (biomassza termelés, szűrő, kiegyenlítő, átalakító és raktározó szerep, élettér és genetikai tartalék) károsodnak.

## Talajszennyezés II.

- fajlagosan a talajszennyezés elhárítása a legdrágább,
- határérték elv → nem lehet az összes anyagra és kombinációra határértéket megállapítani,
- szabványokkal, irányelvekkel történő szabályozás, amelyek a talajvíz hasznosításhoz köthetők, pl.: öntözővíz, ivóvíz

## Talajszennyezés forrásai

- régebbi lerakók,
- potenciálisan környezetszennyező tevékenységek területei:
  - ipari üzemek,
  - vegyipari üzemek,
  - agrokémiai központok,
  - vasúti átrakóhelyek
- nagyterjedésű talajszennyezések területei:
  - légi úton terhelt területek,
  - szennyvíz, szennyvíziszap, trágyázás által okozott terhelés
- katonai területek

## Ipari szennyezések

Légköri kiülepedés révén, csővezeték törés, szivárgás, szakszerűtlen tárolás, tartálykocsi sérülés miatt, veszteség vasúti átfejtőknél

- **Ásványi anyagok:** meddőhányók, fémfeldolgozó üzemek - alumínium kohók (Al, Be), színesfémkohók (Pb, As, Cu).
- **Szénhidrogének:** PAH-ok
- **PCB-k:** Szigetelő folyadék, ragasztók, kenőanyagok előállítása.
- **Benzol és alkilbenzol (BTEX):** gyógyszeripar, festékipar, műanyagipar. Illékonyak, festékek hígítók komponensei.
- **Klórozott aromás szénhidrogének:** olaj, bakelit, kaucsuk oldószerrei, régen növényvédőszerekben is használták.
- **Poliklórozott dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok**
- **Detergensek, felületaktív anyagok**
- **Savképzők (SO<sub>2</sub>)**

## Mezőgazdasági szennyezések

- **intenzív műtrágyázás** (ammónium, nitrát, foszfát, kálium)
- **szerves trágyázás** (hígtrágya, istállótrágya, zöldtrágya)
- **szennyvíziszap** elhelyezés: nehézfém-tartalom jelentős lehet, felhalmozódnak a talajban, a növények számára hozzáférhetővé válhatnak
- **talajjavító, fertőtlenítő anyagok, kártevők elleni anyagok, növényvédő szerek**

## Közlekedés talajszennyezése

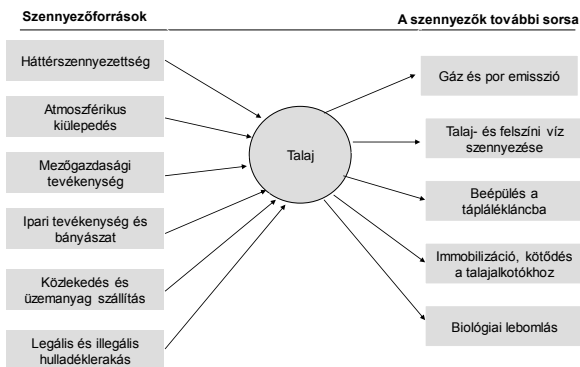
kipufogógázok, szózás

- **nehézfémek** (Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Cd) – bioakkumuláció, biomagnifikáció, krónikus hatások
- **szénhidrogének** (benzin, motorolaj, kenőolaj, PAH) – mérgezés, akkumuláció
- **savképzők (NO<sub>x</sub>)** - talajsavanyodás
- **sók:** NaCl, KCl – közvetlen mérgezés, ioncsere, talajduzzasztás (szikesedés)

## Hulladéklerakásból adódó talajszennyezés

- háztartási szennyvíz,
- illegális hulladéklerakás,
- kommunális lerakók,
- veszélyes hulladék tárolók (meghibásodás, szakszerűtlen telepítés esetén; nehézfémek, arzén, erősen klórozott szénhidrogének, ipari hulladékok, égetőművek maradványai, salakanyagok, radioaktív hulladékok)

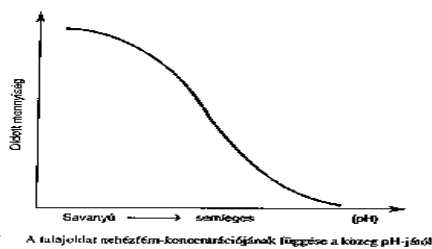
## Talajszennyezés forrásai és sorsa



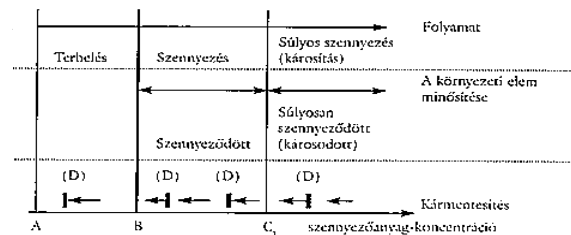
## Szennyezés mérgező hatás függ

- a szennyező anyag toxicitási erősségétől,
- a szennyezés koncentrációjától (oldhatóság),
- szennyezés időtartamától (perzisztens),
- mátrix hatástól, (szinergeizmus),
- szervezetbe való bejutás módjától,
- az élő szervezet korától, állapotától.

## Nehézfémek oldhatóságának pH függése

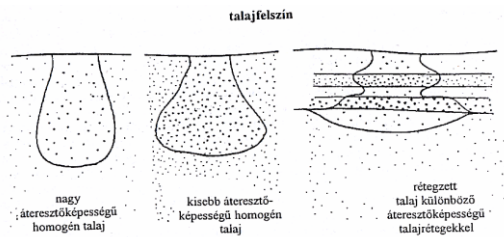


## Szennyezettség fokozatai



- A: háttér koncentráció,
- B: szennyezettség határérték,
- C: intézkedési érték,
- D: kármentesítési határérték,

## Szennyezések terjedése a talajban



## Az elemek csoportosítása biológiai szerepük alapján

Esszenciális főalkotók	C, N, O, P, S, Cl, Na, K, Ca, Mg
Esszenciális nyomelemek	F, I, Se, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Si, Sn, As
Toxikus elemek	Li, Be, Ba, F, Cl, Br, As, Sb, Bi, Pb, Sn, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg

## Nehézfémek I.

Egyes fémek kis mennyiségben szükségesek az élővilág számára (**esszenciális fémek**). Ezek a bór, cink, króm, kobalt, mangán, molibdén, ón, réz és vas.

Más fémek - arzén, kadmium, ezüst, higany, ólom, berilium - az élő szervezeteket mérgezik, **toxikusak**.

Az esszenciális fémek optimálist jóval meghaladó koncentrációban, valamint a nem-esszenciálisak növekvő koncentrációban fokozottan mérgezőek.

## Nehézfémek II.

- Ha az élőlények számára felvehető állapotba (oldatba) kerülnek, akkor mérgező hatást fejtenek ki. A hatás nem azonnali. Az élő szervezetekben felhalmozódva elemenként különböző koncentrációnál válnak mérgezővé.

- A felhalmozódási jelenség az oka annak, hogy a nehézfémek képesek végighaladni a táplálékláncon és így például a nehézfémet tartalmazó halakat elfogyasztó ember számára is veszélyt okozhatnak.

## Toxikus nehézfémek I.

Jelen lehetnek a talajban:

- **a folyadék fázisban:** hidratált ionként, oldható szerves és szervetlen komplex formájában, a kolloidok alkotórészeként
- **a szilárd fázisban:** oldhatatlan csapadékokban, szerves és szervetlen kolloidok felületén kicserélhető formában, szilikátok kristályrácsaiban.

## Toxikus nehézfémek II.

A különböző formák között *dinamikus egyensúly* alakul ki. A talajsavanyodás igen veszélyes lehet e szennyezett területeken, mert a talaj eredeti állapotában oldhatatlan nehézfém vegyületek a savanyú kémhatás hatására mobilizálódva súlyos környezeti károkat okozhatnak.

A talajszennyeződés környezeti hatásának megismeréséhez ismerni kell:

- a talaj tulajdonságait,
- a toxikus fém összes mennyiségét,
- a mobilis készletet.

## A nehézfémek útja a talajból az ökoszisztéma többi eleme felé



## Nehézfémek környezeti hatásai

Nehézfém	Környezet-közegészségügyi hatás
Kadmium (Cd)	Por vagy füst formájában belélegezve mérgező, oldott formája erősen mérgező, akkumulálódik a talajban.
Króm (Cr)	Rákkeltő hatású, allergiás bőrtüneteket okoz, akkumulálódik a szervezetben.
Ólom (Pb)	Az emésztőrendszerben vagy por alakban belélegezve a tüdőben mérgező hatású, akkumulálódik, az agyműködést károsítja, szülési rendellenességet okoz.
Higany (Hg)	Bőrön keresztül vagy gőzét belélegezve erősen mérgező, akkumulálódik, károsítja a központi idegrendszert és szülési rendellenességet okoz.
Ezüst (Ag)	Akkumulálódva mérgező, a bőr és a szemek tartós elszürkülését okozza.

## Kadmium I.

**Termelés és felhasználás:** Zn bányászat és finomítás melléktermékeiből, illetve Zn-Cd elemek újrahasznosításából nyerhető. Ni-Cd és Ag-Cd akkumulátor gyártás.

**Előfordulása a talajban:** Globálisan a talaj átlag Cd koncentrációja  $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$ .  $\text{CdCl}^+$ ,  $\text{CdOH}^+$ ,  $\text{CdHCO}_3^-$ ,  $\text{CdCl}_3^-$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_3^-$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ -pH < 5 az összes Cd mintegy 30%-a a növények számára hozzáférhető.

## Kadmium II.

Az emberre és állatra is nagyon kis koncentrációban toxikus hatású (csontzsugorodást, vesék károsodását, tüdőkárosodást okoz).

Kadmium szennyezés fő forrásai: ércbányászat, fémfeldolgozás, hulladékégetés, szennyvíziszapok,

## Kadmium III.

Kadmium koncentráció nem szennyezett területen: <  $1 \text{ mg kg}^{-1}$

- nagy forgalmú utak mentén:  $3 \text{ mg kg}^{-1}$
- nagyvárosi parkokban:  $0,5\text{-}5 \text{ mg kg}^{-1}$

A kadmium megkötődése, viselkedése a talajban: semleges és lúgos talajban jelentős a Cd specifikusan adszorbeált aránya,

ha a pH < 6,5, akkor a nem specifikus adszorpció lép előtérbe, pH < 5 az összes Cd mintegy 30%-a a növények számára hozzáférhető.

## Higany I.

**Felhasználás, termelés:** Használatos hőmérőkben, barométerekben és higanyóglámpákban. A higany más fémekkel alkotott hideg ötvözetek az amalgám → e felhasználása ma már toxikológiai viták tárgya.

A higany előfordulása és forrása a cinnabarit (higany-szulfid: **HgS**), amely a korábbi vulkáni tevékenység vonulatai mentén található. Legkiterjedtebb lelőhelyek a spanyolországi Almaden környékén vannak.

## Ólom I.

### Termelés és felhasználás:

- a természetben előforduló vegyületei részben oxidáltak, részben kéntartalmúak.
- legtöbb ólomtelep azonban ólomkénegből, galenitből (PbS, ólomfény) áll,
- legegyszerűbb eset az, ha tiszta ólomércet földekkel, mészkövekkel, tehát meddő kőzetekkel, ártalmatlan anyagokkal fordulnak elő, akkor az érc pörköltethető,
- különböző fémek szennyező anyagok lehetnek Cu, Ag, Au, Zn, Sn, As, és Sb → el kell távolítani 99,99%-a tiszta Pb.

A lószerek gyártásánál használják, illetve egyes akkumulátorokban is megtalálható, a sugárvédelemben használatos ruhákban, egyes festékek és cserépedénymáz készítésére.

## Ólom II.

### Előfordulása talajban:

- a földkéregben 0,0016 %-ban található
- a talajoldatban koncentrációja viszonylag alacsony,
- a talajoldatban előforduló kationos formái:  $Pb^{2+}$ ,  $PbCl^+$ ,  $PbOH^+$ , és anionos formák:  $PbCl_3^-$ ,  $Pb(CO_3)_2^{2-}$ .
- Pb általi talajszennyezés a bányászati és ipari tevékenységek és a közlekedés miatt nem új keletű probléma.

## Ólom III.

### Humán és állategészségügyi szempontból erősen toxikus elem.

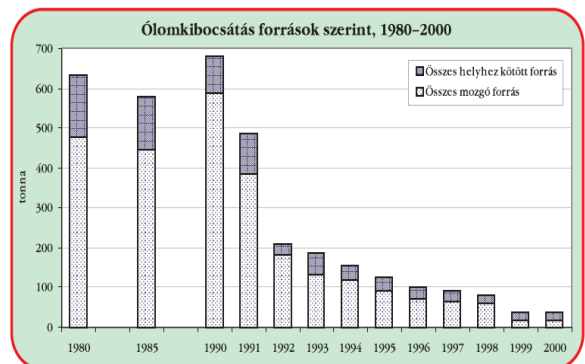
Ólomszennyeződés fő forrásai: ólomtartalmú üzemanyagok, szénégetés, fémkohók, ólomfeldolgozás, szennyvíziszapok, stb.

Ólomkoncentráció nem szennyezett területen: 2-20 mg kg<sup>-1</sup> (ppm),

nagy forgalmú utak mentén: 500-600 mg kg<sup>-1</sup>,  
ólmfeldolgozó közelében : 3000 mg kg<sup>-1</sup>.

Az ólom megkötődése, viselkedése a talajban:

**Az ólom a legerősebben lekötött fém, szerves komplexekben, specifikus adszorpciós folyamatok révén kötődik, lemosódása igen kismértékű.**



Forrás: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002

## Króm I.

### Előállítás és felhasználás:

- Viszonylag gyakori elem, a földkéreg anyagának kb. 0,01 %-a.
- Fémes formában csak meteoritokban található, döntően vegyületeiben fordul elő.
- Egyetlen érce a krómvasérc (ebben vasoxid, krómoxid, mangánoxid, alumíniumoxid változó arányban szerepel).
- A természetben előforduló ásványokból előbb az oxidját állítják elő, és ebből aluminotermiás eljárással állítják elő a krómot. Az oxid redukálható még szilíciummal vagy kalciummal.
- Krómbevonatok, korrózióálló, kopásálló, saválló ötvözetek, dikromátokat analitikai kémia használja

## Króm II.

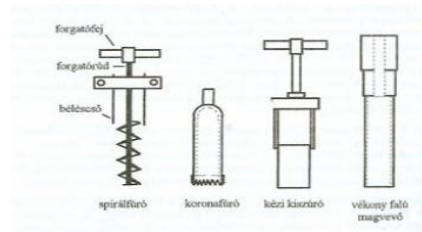
### Előfordulása talajban:

- meghatározó a talaj típus: magasabb a Cr-tartalom iszapos, agyagos talajokban, mint a homokos talajon.
- Homokos és könnyű agyagos talaj Cr koncentrációja 2-350 mg kg<sup>-1</sup>, míg a nehéz agyagos, és agyagos talajok Cr tartománya 30-100 mg kg<sup>-1</sup>.
- A talajban főleg Cr(III)-sók fordulnak elő, mivel a Cr(VI) a szerves anyagokat oxidálva, vegyületenként más-más sebességgel Cr(III)-má redukálódik.

## Talajmintavétel módszerei

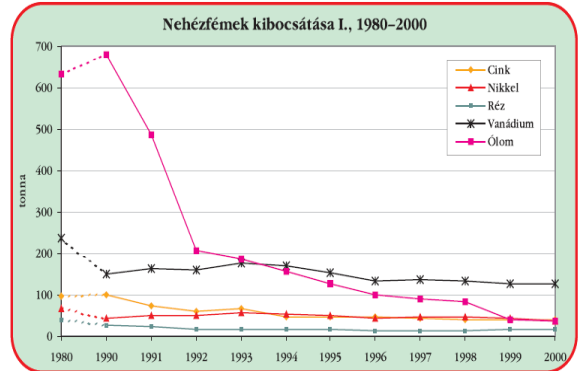
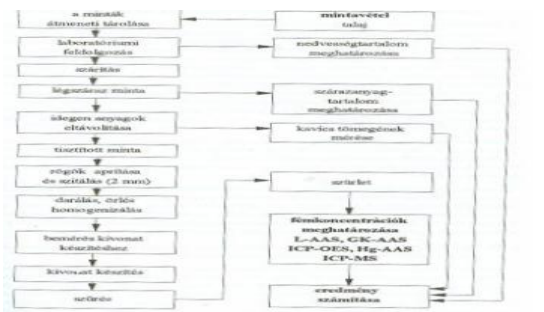
- környezetvédelmi talajvizsgálatokhoz zavart mintákat vagy zavartalan mintákat használnak,
- zavart minta: egy adott rétegszelvényre kevert mintát jelent,
- zavartalan minta: a mintavétel során megőrizzük a a talaj eredeti rétegződését, ill. szerkezetét,
- kisebb mélységig (6-10 m) lazább talajból kézi talajfúróval vehető minta,
- nagyobb mélységekből és kötöttebb talajokból gépi hatású fúrókkal történik a mintavétel

## Talajfúrók és talajminta-vevők



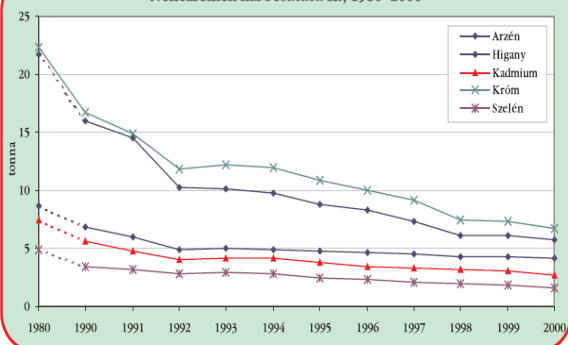


## Talajminták fémtartalmának meghatározása



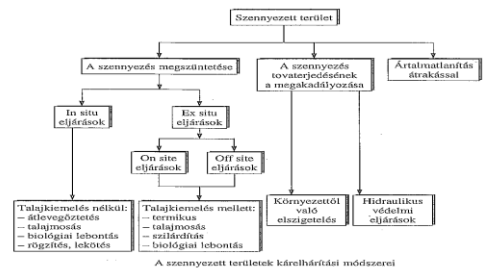
Forrás: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002

## Nehézfémet kibocsátása II., 1980-2000



Forrás: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2002

## Talajtisztítási eljárások

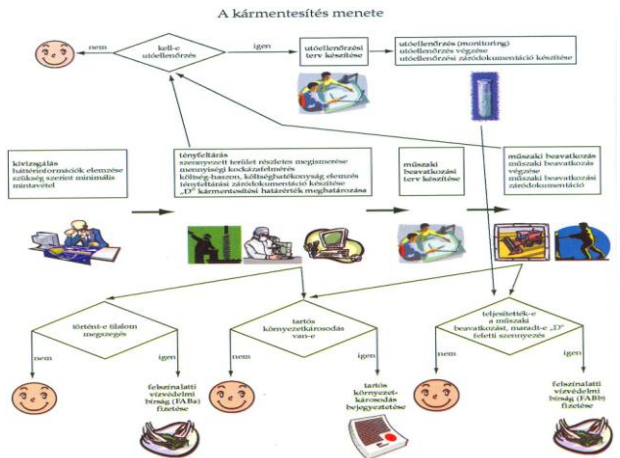


A szennyezett területek kirehabilitációs módszerei

## Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP)

### Célja:

- felelősségi körtől függetlenül, az elmúlt évszázadban a földtani közegben talajban és a felszín alatti vizekben hátramaradt,
- akkumulálódott szennyezettségek,
- károsodások felderítése, megismerése, a szennyeződések mértékének feltárása,
- a veszélyeztetett területeken a szennyezettség kockázatának csökkentése,
- a szennyezett területeken a szennyezettség mérséklése, vagy megszüntetésének elősegítése.



## Felhasznált irodalom, források

### Irodalom:

**Kőmíves József** (szerk): Környezeti analitika. Műgyetemi Kiadó 1997.

Alina Kabata-Pendias and Arun B. Mukherjee: **Trace Elements from Soil to Human**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

### Internetes források:

- [rkk.bmf.hu/kmi/dokument\\_elemei/.../talajszennyezések.ppt](http://rkk.bmf.hu/kmi/dokument_elemei/.../talajszennyezések.ppt)
- [www.sze.hu/~zseniani/KM002\\_1/KM002\\_1\\_04.pdf](http://www.sze.hu/~zseniani/KM002_1/KM002_1_04.pdf)
- [www.epito.bme.hu/vest/oktatas/.../4\\_talaj\\_\(nxpowerlite\).ppt](http://www.epito.bme.hu/vest/oktatas/.../4_talaj_(nxpowerlite).ppt)
- [www.agr.unideb.hu/ktvbscl/dl2.php?dl=20/14\\_eloadas.ppt](http://www.agr.unideb.hu/ktvbscl/dl2.php?dl=20/14_eloadas.ppt)
- [http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/okkptaj\\_ekoztato2002/index.htm](http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/okkptaj_ekoztato2002/index.htm)